

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re U.S. Patent Application of)
TANAKA et al.)
Application Number: To be Assigned)
Filed: Concurrently Herewith)
For: VIBRATIONAL POWER GENERATION DEVICE)
VIBRATOR)
ATTORNEY DOCKET NO. TSUT.0027)

Honorable Assistant Commissioner
for Patents
Washington, D.C. 20231

**REQUEST FOR PRIORITY
UNDER 35 U.S.C. § 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Sir:

In the matter of the above-captioned application for a United States patent, notice is hereby given that the Applicant claims the priority date of August 20, 2003, the filing date of the corresponding Japanese patent application 2003-295806.

A certified copy of Japanese patent application 2003-295806, is being submitted herewith. Acknowledgment of receipt of the certified copy is respectfully requested in due course.

Respectfully submitted,

Stanley P. Fisher
Registration Number 24,344


Juan Carlos A. Marquez
Registration Number 34,072

REED SMITH LLP
3110 Fairview Park Drive
Suite 1400
Falls Church, Virginia 22042
(703) 641-4200
January 30, 2004



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 8 月 2 0 日
Date of Application:

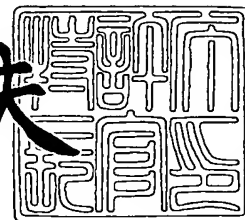
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 2 9 5 8 0 6
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 2 9 5 8 0 6]

出 願 人 株式会社日立製作所
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月 2 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 9 7 7 5 3

【書類名】 特許願
【整理番号】 H03005651
【提出日】 平成15年 8月20日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H02K 35/00
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所
 中央研究所内
 【氏名】 田中 英俊
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所
 中央研究所内
 【氏名】 大久保 教夫
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所
 中央研究所内
 【氏名】 金友 正文
【特許出願人】
 【識別番号】 000005108
 【氏名又は名称】 株式会社日立製作所
【代理人】
 【識別番号】 100080001
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 筒井 大和
 【電話番号】 03-3366-0787
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 006909
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

第 1 の容量を構成する第 1、および第 2 の電極と、
第 2 の容量を構成する第 3、および第 4 の電極と、
前記第 1、および第 3 の電極を設けた振動子と、
前記第 2、および第 4 の電極を設けた電極用台座と、
前記振動子を前記電極用台座に固定する振動子支持台座と、
前記第 1～第 4 の電極にそれぞれ接続され、外部から電荷の出し入れを行う電極用端子とを備え、
前記振動子は、
自由振動を行うおもりと、
前記おもりを支持する 2 枚の振動板とより、
前記振動板は、互いに平行をなすように、前記おもりの第 1 の面、およびそれに対向する第 2 の面を挟み込んで支持し、
前記振動子は、振動エネルギーで動作することによって前記振動子に設けられた第 1、および第 3 の電極と、前記第 2、および第 4 の電極との距離がそれぞれ変化することで容量を変化させることを特徴とする振動発電用振動子。

【請求項 2】

請求項 1 記載の振動発電用振動子において、
前記第 1 の電極は、前記振動子の第 1 の面に設けられ、
前記第 3 の電極は、前記第 1 の面に対向する前記振動子の第 2 の面に設けられ、
前記第 2 の電極は、前記第 1 の電極に対向するように前記電極用台座に設けられ、
前記第 4 の電極は、前記第 3 の電極に対向するように前記電極用台座に設けられたことを特徴とする振動発電用振動子。

【請求項 3】

請求項 1 記載の振動発電用振動子において、
前記第 1、および第 3 の電極は、前記振動子の第 1 の面に設けられ、
前記第 2、ならびに第 4 の電極は、前記第 1 の電極と前記第 3 の電極とにそれぞれ対向するように前記電極用台座に設けられたことを特徴とする振動発電用振動子。

【請求項 4】

請求項 1 記載の振動発電用振動子において、
前記第 1 の電極は、前記振動子の第 1 の面に設けられ、
前記第 3 の電極は、前記第 1 の面に対向する前記振動子の第 2 の面に設けられ、
前記第 2 の電極は、前記第 1 の電極に対向するように前記電極用台座に設けられ、
前記第 4 の電極は、前記第 3 の電極に対向するように前記電極用台座に設けられ、
前記電極用台座は、前記振動子が振動エネルギーで動作する際に、前記第 1、および第 3 の電極と前記第 2、ならびに第 4 の電極との接触を防止する接触防止突起を設けたことを特徴とする振動発電用振動子。

【請求項 5】

請求項 1 記載の振動発電用振動子において、
前記第 1、および第 3 の電極は、前記振動子の第 1 の面に設けられ、
前記第 2、ならびに第 4 の電極は、前記第 1 の電極と前記第 3 の電極とにそれぞれ対向するように前記電極用台座に設けられ、
前記電極用台座は、
前記振動子が振動エネルギーで動作する際に、前記第 1、および第 3 の電極と前記第 2、ならびに第 4 の電極との接触を防止する接触防止突起と、
前記振動子が振動エネルギーで動作する際に、前記振動板の過振動を抑制する振動抑制用突起とを備えたことを特徴とする振動発電用振動子。

【請求項 6】

第 1 の容量を構成する第 1、および第 2 の電極と、

前記第 1、および第 2 の電極を設けた振動子と、
前記振動子を電極用台座に固定する振動子支持台座と、
前記第 1、ならびに第 2 の電極にそれぞれ接続され、外部から電荷の出し入れを行う電極用端子とを備え、
前記振動子は、
自由振動を行うおもりと、
前記おもりを支持する 2 枚の振動板とより、
前記振動板は、互いに平行をなすように、前記おもりの第 1 の面、およびそれに対向する第 2 の面を挟み込んで支持し、
前記振動子は、振動エネルギーで動作することによって前記振動子に設けられた第 1、および第 2 の電極との距離がそれぞれ変化することで容量を変化させることを特徴とする振動発電用振動子。

【請求項 7】

請求項 6 記載の振動発電用振動子において、
前記電極用台座は、前記振動子が振動エネルギーで動作する際に、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との接触を防止する接触防止突起を備えたことを特徴とする振動発電用振動子。

【請求項 8】

請求項 6 記載の振動発電用振動子において、
前記電極用台座は、
前記振動子が振動エネルギーで動作する際に、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との接触を防止する接触防止突起と、
前記振動子が振動エネルギーで動作する際に、前記振動板の過振動を抑制する振動抑制用突起とを備えたことを特徴とする振動発電用振動子。

【請求項 9】

請求項 6 記載の振動発電用振動子において、
前記振動板は、
前記おもりの第 1 の面を支持する 2 枚以上からなる第 1 の振動板と、
前記おもりの第 2 の面を支持する 2 枚以上からなる第 2 の振動板とから構成されていることを特徴とする振動発電用振動子。

【請求項 10】

請求項 6 記載の振動発電用振動子において、
前記振動板は、
前記おもりの第 1 の面を支持する 2 枚以上からなる第 1 の振動板と、
前記おもりの第 2 の面を支持する 2 枚以上からなる第 2 の振動板とから構成され、
前記電極用台座は、前記振動子が振動エネルギーで動作する際に、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との接触を防止する接触防止突起を備えたことを特徴とする振動発電用振動子。

【請求項 11】

請求項 6 記載の振動発電用振動子において、
前記振動板は、
前記おもりの第 1 の面を支持する 2 枚以上からなる第 1 の振動板と、
前記おもりの第 2 の面を支持する 2 枚以上からなる第 2 の振動板とから構成され、
前記電極用台座は、
前記振動子が振動エネルギーで動作する際に、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との接触を防止する接触防止突起と、
前記振動子が振動エネルギーで動作する際に、前記振動板の過振動を抑制する振動抑制用突起とを備えたことを特徴とする振動発電用振動子。

【請求項 12】

第 1 の容量を構成する第 1、および第 2 の電極と、

前記第 1、および第 2 の電極を設けた振動子と、
前記振動子を前記電極用台座に固定する振動子支持台座と、
前記第 1、ならびに第 2 の電極にそれぞれ接続され、外部から電荷の出し入れを行う電極用端子とを備え、
前記振動子は、
自由振動を行う $n - 1$ 個のおもりと、
前記 $n - 1$ 個のおもりを支持する n 個の振動板とより、
前記 n 個の振動板は、互いに平行をなすように、前記 $n - 1$ 個のおもりにおける第 1 の面、およびそれに対向する第 2 の面をそれぞれ挟み込んで支持し、
前記振動子は、振動エネルギーで動作することによって前記振動子に設けられた第 1、および第 2 の電極との距離がそれぞれ変化することで容量を変化させることを特徴とする振動発電用振動子。

【請求項 1 3】

請求項 1 2 記載の振動発電用振動子において、
前記電極用台座は、前記振動子が振動エネルギーで動作する際に、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との接触を防止する接触防止突起を備えたことを特徴とする振動発電用振動子。

【請求項 1 4】

請求項 1 2 記載の振動発電用振動子において、
前記電極用台座は、
前記振動子が振動エネルギーで動作する際に、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との接触を防止する接触防止突起と、
前記振動子が振動エネルギーで動作する際に、前記振動板の過振動を抑制する振動抑制用突起とを備えたことを特徴とする振動発電用振動子。

【書類名】明細書

【発明の名称】振動発電用振動子

【技術分野】

【0001】

本発明は、機械的な振動エネルギーを電気エネルギーに変換する発電技術に関し、特に、振動エネルギーにより可変容量を変化させて発電する可変容量型振動発電に適用して有効な技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

たとえば、IEEE Trans. VLSI Systems、pp. 64-76, Vol. 9, no. 1, 2001. (非特許文献1)には、振動エネルギーに共振して動作する振動子と固定端に電極を設け、該振動子の動作により電極間の距離を変化させることで容量変化を実現した可変容量を用いて、該可変容量の電極に電荷を与え電荷により対向電極間にクーロン引力が働き、振動子の動作がこれに抗して仕事をしたエネルギーを電気エネルギーに変換することで、振動エネルギーより発電する技術が記載されている。

【非特許文献1】IEEE Trans. VLSI Systems、pp. 64-76, Vol. 9, no. 1, 2001.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところが、上記のような振動エネルギーを電気エネルギーに変換する発電技術では、次のような問題点があることが本発明者により見いだされた。

【0004】

すなわち、可変容量型振動子は、振動板の形状を所望する動作以外の動作モードを考慮せずに振動版の形状およびサイズのみ決定しているため、振動子は所望する動作以外に様々な動作をしてしまい、振動による容量変化に影響を与え所望の容量変化を得られていない。

【0005】

また、振動子に与える外部振動の周波数を既知のものとしているため、外部振動の周波数が変化した場合、タイミングのずれが生じる。これらの問題のため可変容量型振動子による発電は発電効率が下がる、あるいは発電できなくなるという問題がある。

【0006】

本発明の目的は、容量型振動発電の発電効率を大幅に向上することのできる振動発電用振動子を提供することにある。

【0007】

本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次のとおりである。

【0009】

本発明の振動発電用振動子は、第1の容量を構成する第1、および第2の電極と、第2の容量を構成する第3、および第4の電極と、該第1、および第4の電極を設けた振動子と、該第2、および第4の電極を設けた電極用台座と、振動子を電極用台座に固定する振動子支持台座と、第1～第4の電極にそれぞれ接続され、外部から電荷の出し入れを行う電極用端子とを備え、該振動子は、自由振動を行うおもりと、該おもりを支持する2枚の振動板とより、該振動板は、互いに平行をなすように、おもりの第1の面、およびそれに対向する第2の面を挟み込んで支持し、振動子は、振動エネルギーで動作することによって該振動子に設けられた第1、および第3の電極と、第2、および第4の電極との距離が

それぞれ変化することで容量を変化させるものである。

【0010】

また、本願のその他の発明の概要を簡単に示す。

【0011】

本発明の振動発電用振動子は、第1の容量を構成する第1、および第2の電極と、該第1、および第2の電極を設けた振動子と、該振動子を電極用台座に固定する振動子支持台座と、第1、ならびに第2の電極にそれぞれ接続され、外部から電荷の出し入れを行う電極用端子とを備え、該振動子は、自由振動を行うおもりと、該おもりを支持する2枚の振動板とより、該振動板は、互いに平行をなすように、おもりの第1の面、およびそれに対向する第2の面を挟み込んで支持し、振動子は、振動エネルギーで動作することによって該振動子に設けられた第1、および第2の電極との距離がそれぞれ変化することで容量を変化させるものである。

【0012】

また、本発明の振動発電用振動子は、第1の容量を構成する第1、および第2の電極と、該第1、および第2の電極を設けた振動子と、該振動子を電極用台座に固定する振動子支持台座と、第1、ならびに第2の電極にそれぞれ接続され、外部から電荷の出し入れを行う電極用端子とを備え、振動子は、自由振動を行う $n-1$ 個のおもりと、該 $n-1$ 個のおもりを支持する n 個の振動板とより、該 n 個の振動板は、互いに平行をなすように、 $n-1$ 個のおもりにおける第1の面、およびそれに対向する第2の面をそれぞれ挟み込んで支持し、振動子は、振動エネルギーで動作することによって該振動子に設けられた第1、および第2の電極との距離がそれぞれ変化することで容量を変化させるものである。

【発明の効果】

【0013】

本願において開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば以下のとおりである。

【0014】

(1) 振動子に平行な振動板を用いることにより、発電用振動子における容量のロスが減らし、発電効率を向上させることができる。

【0015】

(2) また、振動子の動作をモニタすることにより最適なタイミングで電荷の出し入れをし、発電用振動子の発電効率を向上させることができる。

【0016】

(3) さらに、上記(1)、(2)により、高性能で、かつ信頼性の高い振動発電機を実現することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一の部材には原則として同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

【0018】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1による可変容量型振動子の構成を示す側面図、図2は、図1の可変容量型振動子における上面図、図3は、本発明の実施の形態1による可変容量型振動子の他の構成を示す側面図、図4は、本発明の実施の形態1による振動発電機の一例を示すブロック図である。

【0019】

本実施の形態1において、可変容量型振動子(振動発電用振動子)1は、図1に示すように、おもり2、スペーサ3、振動板4、5、電極6、7、対向電極用台座8、振動子支持台座9、および電極用配線端子(電極用端子)10、11から構成されている。

【0020】

振動板 4, 5 は、たとえば、長方形の板からなり、該振動板 4, 5 の長手方向に伸びる一方の端部におもり 2 が、該振動板 4, 5 の長手方向に伸びる他方の端部にスペーサ 3 がそれぞれ挟み込まれた構造からなる。

【0021】

そして、これらおもり 2、スペーサ 3、および振動板 4, 5 により、振動子 12 が構成されており、振動板 4, 5 におけるおもり 2 とスペーサ 3 とが接していない空間部分がバネとして働く。

【0022】

この振動子 12 において、下側の振動板 5 におけるスペーサ 3 が位置する面の反対面には、たとえば、直六面体からなる振動子支持台座 9 の上面に固定されている。振動子支持台座 9 の下面は、電極用台座 8 に固定されており、前述した振動子 12 のバネ部分とおもり 2 は、電極用台座 8 との間に平行な空間を有した構造となっている。

【0023】

振動板 5 におけるおもり 2 が位置する面の反対面には、たとえば、長形状の電極（第 1 の電極）6 が設けられており、該電極 6 に対向する振動子支持台座 9 の上面には、該電極 6 と同じ形状の電極（第 2 の電極）7 が設けられている。これら電極 6, 7 によって容量が構成される。電極 6, 7 は、出力配線がそれぞれ接続されており、該出力配線には、電極用配線端子 10, 11 がそれぞれ接続されている。

【0024】

このように、2 枚の振動板 4, 5 によっておもり 2 を保持することにより、該おもり 2 が対向する電極 7 と平行を保ちながら振動させることができるので、振動方向以外の不要なモーメントの発生を大幅に低減することができる。

【0025】

図 2 は、可変容量型振動子 1 の構成を示す上面図である。図示するように、振動板 4 は、おもり 2 より幅細でも、あるいは幅広でも構わなく、振動板 4 とおもり 2 とは幅が一致し中心線が揃っていることが望ましい。

【0026】

振動板 5 は、振動板 4 と同じ大きさなので、図 1 では振動板 4 と重なっている。また、振動板 4 が電極を兼ねる、対向電極用台座 8 が電極を兼ねていてもよい。

【0027】

振動板 4, 5 は、おもり 2、スペーサ 3 をそれぞれ挟み込む構造ではなく、おもり 2 のスペーサ 3 側の上端を振動板 4 が、下端を振動板 5 が支持し、スペーサ 3 のおもり 2 側の上端を振動板 4 が、下端を振動板 5 が支持する形状であってもよい。この場合、電極 6 はおもり 2 に設けられている。

【0028】

可変容量型振動子 1 を形成する方法としては、たとえば金属や絶縁物を削り出し、組み立て形成することにより可能である。

【0029】

また、Si（シリコン）プロセスを用いても図 1 の構成を形成することが可能であり、以下に、Si プロセスによる一例を示す。

【0030】

電極用台座 8 にシリコンウエハ基盤を用い、Al（アルミニウム）などの金属皮膜を蒸着し、電極のサイズにエッチングして電極 7、電極用配線端子 11 を設ける。続いて、前述した電極間の空間となる部分に犠牲層となる PSG（酸化シリコン）を堆積した後、振動子支持台座 9 を設けるためのアンカーエッチングを行う。

【0031】

そして、振動子支持台座 9 となる絶縁物ナイトライド皮膜を先述犠牲層と同じ厚さを堆積し、電極 6、電極用配線端子 10 用に Al などの金属皮膜を蒸着しエッチングし、酸化膜を堆積し振動板 5 とし、PSG を堆積し、先述した振動板 4, 5 の空間となる部分を残してアンカーエッチングを行う。

【0032】

その後、おもり 2、およびスペーサ 3 となる絶縁物ナイトライド皮膜を先述した犠牲層と同じ程度の厚さに堆積し、振動板 4 として酸化膜を堆積し、最後に犠牲層を HF（フッ酸）などで取り除く。

【0033】

犠牲層を取り除く際に、犠牲層とその他の酸化膜のエッチングレート比を大きくするために酸化膜にナイトライド系の膜を用いる。また、振動板 5 を電極として用いるには、先述した電極 6 の工程を省き、振動板 4、5 に金属皮膜を用いる。

【0034】

さらに、電極用台座 8 を電極として用いるには、先述した電極 7 の工程を省き、電極用台座シリコンウエハ基盤に電極のサイズの高濃度イオンを打ち込む。

【0035】

図 3 は、可変容量型振動子（振動発電用振動子）1 a の他の構成例を示す側面図である。

【0036】

可変容量型振動子 1 a は、おもり 2、スペーサ 3、振動板 4、5、電極 6、7、対向電極用台座 8、振動子支持台座 9、電極用配線端子 10、11 からなる図 1 の構成に、新たにストッパ 13～16 が設けられている。

【0037】

また、おもり 2、スペーサ 3、振動板 4、5、電極 6、7、対向電極用台座 8、振動子支持台座 9、ならびに電極用配線 10、11 における構造は、図 1 の可変容量型振動子 1 と同様であるので説明は省略する。

【0038】

この場合も、おもり 2、スペーサ 3、および振動板 4、5 によって振動子 12 が構成されており、振動板 4、5 におけるおもり 2 とスペーサ 3 とが接していない空間部分がバネとして働く。

【0039】

振動子支持台座 8 の電極 7 近傍には、ストッパ（接触防止突起）13、14 が設けられている。これらストッパ 13、14 は、振動子支持台座 8 から突出するように設けられている。ストッパ 13、14 は、電極 6 が電極 7 に近づいた際に接触しショート防止のために設けられている。ストッパ 13、14 のうち、いずれか一方、あるいは 2 つ以上であっても構わない。

【0040】

ストッパ（振動抑制用突起）15、16 は、たとえば、J 字状断面の部材からなる。ストッパ 15 の一方の端部は、対向電極用台座 8 の長手方向における一方の端部に固定されており、ストッパ 16 の一方の端部は、対向電極用台座 8 の長手方向における他方の端部に固定されている。

【0041】

ストッパ 15、16 の他方の端部は振動板 4 の上方に位置しており、該ストッパ 15、16 は、先述した振動子の電極 6、7 が離れる際、電極間が離れすぎて振動板 4、5 が破壊するのを避けるために設けられている。

【0042】

ストッパ 15、16 は、どちらか一方、または 2 つ以上であっても構わない。さらに、電極接触防止用のストッパ 13、14 と振動板破壊防止用のストッパ 15、16 は、電極接触防止用ストッパ単独、あるいは振動板破壊防止用ストッパのどちらか一方のみ用いても構わない。

【0043】

また、振動板 5 が電極を兼ねてもよいし、対向電極用台座 8 が電極を兼ねても構わない。また、振動板 4、5 は、おもり 2、スペーサ 3 を挟み込む構造ではなく、おもり 2 のスペーサ側の上端を振動板 4 が、下端を振動板 5 が支持し、スペーサ 3 のおもり側の上

端を振動板 4 が、下端を振動板 5 が支持する形状であっても構わない。この場合、電極 6 はおもり 2 に設けられている。

【0044】

図 4 は、可変容量型振動子 1 (1 a) を用いて振動エネルギーを電気エネルギーに変換して発電する振動発電機の一例を示すブロック図である。

【0045】

振動発電機は、図 4 に示すように、容量型振動発電機制御回路 17、および図 1 (または図 3) で示した可変容量型振動子 1 (1 a) から構成されている。容量型振動発電機制御回路 17 は、可変容量型振動子 1 (1 a) における振動子 12 の容量変化に対応して電荷の出し入れを行い、発電を行う。

【0046】

それにより、本実施の形態 1 によれば、振動板 4、5 によっておもり 2 を保持することにより、振動子 12 における容量のロスを低減し、発電効率を大幅に向上することができる。

【0047】

また、ストッパ 13、14 を設けることにより、振動板 4、5 と電極 6、7 との接触を確実に防止することができ、ストッパ 15、16 を設けることにより、振動板 4、5 の過振動を確実に防止することができ、可変容量型振動子 1 a の発電効率と信頼性を向上させることができる。

【0048】

(実施の形態 2)

図 5 は、本実施の形態 2 による可変容量型振動子の構成を示す側面図、図 6 は、図 5 の可変容量型振動子における上面図である。

【0049】

本実施の形態 2 において、可変容量型振動子 (振動発電用振動子) 1 b は、図 5 に示すように、おもり 2、スペーサ 3、振動板 4、5、電極 6、7、対向電極用台座 8、振動子支持台座 9、ならびに電極用配線端子 10、11 から構成されており、前記実施の形態 1 に示す図 1 と異なる点は、振動板 4、5 が、複数の振動板 $4_1 \sim 4_n$ 、 $5_1 \sim 5_n$ によって構成されていることである。

【0050】

図 6 は、可変容量型振動子 1 b における上面図である。

【0051】

図示するように、振動板 $4_1 \sim 4_n$ 、 $5_1 \sim 5_n$ は、おもり 2、およびスペーサ 3 を等間隔で挟み込むように並べられている。この振動板はそれぞれ 2 枚以上であれば何枚でもよく、等間隔に並べられた振動板 $4_1 \sim 4_n$ とおもり 2 とは中心線が揃っていることが望ましい。

【0052】

振動板 $5_1 \sim 5_n$ は、振動板 $4_1 \sim 4_n$ と同じ位置に配置 (図 5) されており、図 6 では、振動板 $4_1 \sim 4_n$ と重なっている。また、振動板 $4_1 \sim 4_n$ が電極を兼ねてもよいし、対向電極用台座 8 が電極を兼ねていても構わない。

【0053】

特に、この場合、振動板 $4_1 \sim 4_n$ 、 $5_1 \sim 5_n$ におけるおもり 2、およびスペーサ 3 が重なる部分は全面が振動板となっていて構わない。また、振動板 $4_1 \sim 4_n$ 、 $5_1 \sim 5_n$ は、おもり 2、スペーサ 3 を挟み込む構造ではなく、おもり 2 のスペーサ側の上端を振動板 $4_1 \sim 4_n$ が、下端を振動板 $5_1 \sim 5_n$ が支持し、スペーサ 3 のおもり側の上端を振動板 $4_1 \sim 4_n$ が、下端を振動板 $5_1 \sim 5_n$ が支持する形状であっても構わない。この場合、電極 6 はおもり 2 に設けられている。

【0054】

また、可変容量型振動子 1 b においては、おもり 2、スペーサ 3、および振動板 $4_1 \sim 4_n$ 、 $5_1 \sim 5_n$ によって振動子 12 が構成されており、振動板 $4_1 \sim 4_n$ 、 $5_1 \sim 5_n$

におけるおもり 2 とスペーサ 3 とが接していない空間部分がバネとして働く。

【0055】

可変容量型振動子 1 b を形成する方法は、前記実施の形態 1 (図 1) と同様の方法を用いることができるが、Si プロセスを用いた際に、振動板 $4_1 \sim 4_n$ 、 $5_1 \sim 5_n$ は一定間隔のスペースがあいているので犠牲層エッチング液が浸透しやすいという特徴を有することになる。

【0056】

それにより、本実施の形態 2 においても、振動子 1 2 における容量のロスを低減し、発電効率を大幅に向上することができる。

【0057】

(実施の形態 3)

図 7 は、本実施の形態 3 による可変容量振動子の構成を示す側面図、図 8 は、図 7 の可変容量振動子における上面図である。

【0058】

本実施の形態 3 において、可変容量型振動子 (振動発電用振動子) 1 c は、図 7 に示すように、複数のおもり $2_1 \sim 2_{n-1}$ 、複数のスペーサ $3_1 \sim 3_{n-1}$ 、複数の振動板 $18_1 \sim 18_n$ 、電極 6、7、対向電極用台座 8、振動子支持台座 9、および電極用配線 10、11 から構成されている。

【0059】

振動板 $18_1 (\sim 18_n)$ は、前記実施の形態 1 の図 1 に示した振動板 4 と同じ形状からなり、これら振動板 $18_1 \sim 18_n$ の間に、おもり $2_1 \sim 2_{n-1}$ とスペーサ $3_1 \sim 3_{n-1}$ とをそれぞれ挟み込んだ構成となっている。

【0060】

たとえば、振動板 18_1 と振動板 18_2 との間におもり 2_1 、およびスペーサ 3_1 が挟み込まれ、振動板 18_2 と振動板 18_3 との間には、おもり 2_2 、ならびにスペーサ 3_2 が挟み込まれている。そして、最後には、振動板 18_{n-1} と振動板 18_n との間におもり 2_{n-1} 、およびスペーサ 3_{n-1} が挟み込まれている。

【0061】

また、可変容量型振動子 1 c では、おもり $2_1 \sim 2_{n-1}$ 、スペーサ $3_1 \sim 3_{n-1}$ 、ならびに振動板 $18_1 \sim 18_n$ によって振動子 1 2 が構成されており、振動板 $18_1 \sim 18_n$ におけるおもり 2 とスペーサ $3_1 \sim 3_{n-1}$ とが接していない空間部分がバネとして働く。

【0062】

また、その他の構造は、前記実施の形態 1 の図 1 に示す可変容量型振動子 1 と同様であるので、説明は省略する。

【0063】

図 8 は、可変容量型振動子 1 c の上面図である。

【0064】

振動板 $18_1 (\sim 18_n)$ は、おもり $2_1 (\sim 2_{n-1})$ より幅細でも、あるいは幅広でもよく、振動板 $18_1 (\sim 18_n)$ とおもり $2_1 (\sim 2_{n-1})$ とは幅が一致し中心線が揃っていることが望ましい。振動板 $18_2 \sim 18_n$ は、振動板 18_1 と同じ大きさなので、図 8 においては振動板 18_1 と重なっている。

【0065】

なお、振動板 $18_1 \sim 18_n$ は、2 枚以上であれば何枚であっても構わない。それに伴い、おもり、およびスペーサの数も決まる。また、振動板 18_n が電極を兼ねる、対向電極用台座 8 が電極を兼ねていても構わない。さらに、振動板 $18_1 \sim 18_n$ はおもり $2_1 \sim 2_{n-1}$ 、スペーサ $3_1 \sim 3_{n-1}$ を挟み込む構造ではなく、たとえば、おもり $2_1 \sim 2_{n-1}$ が分割しておらず、スペーサ側の上端から等間隔で振動板 $18_1 \sim 18_n$ が支持し、スペーサ $3_1 \sim 3_{n-1}$ が分割しておらず、おもり側の上端から等間隔で振動板 $18_1 \sim 18_n$ が支持する形状であってもよい。この場合、電極 6 はおもり 2 に設けられている。

【0066】

それにより、本実施の形態 3 でも、振動子 12 における容量のロスを低減し、発電効率を大幅に向上することができる。

【0067】

(実施の形態 4)

図 9 は、本実施の形態 4 による可変容量型振動子の構成を示す側面図、図 10 は、図 9 の可変容量型振動子を用いて構成された振動発電機のブロック図である。

【0068】

本実施の形態 4 において、可変容量型振動子 1d は、図 9 に示すように、おもり 2、スペーサ 3、振動板 4、5、電極 6、7、対向電極用台座 8、振動子支持台座 9、および電極用配線端子 10、11 からなる前記実施の形態 1 の図 1 と同様の構成に、新たに電極 6a、7a、対向電極用台座 8a、振動子支持台座 9a、電極用配線端子（電極用端子）10a、11a、およびストッパ 19～22 が設けられた構成となっている。

【0069】

また、おもり 2、スペーサ 3、振動板 4、5、電極 6、7、対向電極用台座 8、振動子支持台座 9、および電極用配線端子 10、11 における構造は、前記実施の形態 1 の図 1 と同様であるので説明は省略する。

【0070】

対向電極台座 8 の電極 7 近傍には、ストッパ（接触防止突起）19、20 が設けられている。これらストッパ 19、20 は、振動子支持台座 8 から突出するように設けられており、電極 6 が電極 7 に近づいた際に接触しショート防止のために設けられている。

【0071】

振動板 4 におけるスペーサ 3 を挟み込んだ面の反対面には、振動子支持台座 9a の長手方向の一方の端部が固定されている。この振動子支持台座 9a の固定された面の反対面には、電極用台座 8a が固定されている。

【0072】

振動板 4 におけるおもり 2 が位置する面の反対面には、たとえば、長形状の電極（第 3 の電極）6a が設けられている。この電極 6a に対向する対向電極用台座 8a の下面には、電極 6 と同じ形状の電極（第 4 の電極）7a が設けられている。

【0073】

対向電極用台座 8a において、電極 7a 近傍には、ストッパ（振動抑制用突起）21、22 が設けられている。これらストッパ 21、22 は、振動子支持台座 8a から突出するように設けられており、電極 6a が電極 7a に近づいた際に接触しショート防止のために設けられている。電極 6a、7a には、出力配線がそれぞれ接続されており、該出力配線には、電極用配線端子 10a、11a がそれぞれ接続されている。

【0074】

また、可変容量型振動子 1d においては、おもり 2、スペーサ 3、ならびに振動板 4、5 によって振動子 12 が構成されており、振動板 4、5 におけるおもり 2 とスペーサ 3 とが接していない空間部分がバネとして働くことになる。

【0075】

そして、可変容量型振動子 1d においては、電極 6、7 によって発電用可変容量（第 1 の容量）となる容量が構成され、電極 6a、7a によってタイミング制御用リファレンス容量（第 2 の容量）となるもう一方の容量が構成される。ここで、電極 6、7 によって構成される可変容量と電極 6a、7a で構成される可変容量とは、容量値の位相が 180° 反転している。

【0076】

このような構成の可変容量型振動子 1d を、たとえば、前記実施の形態 1 に示した振動発電機（図 4）に用いることにより、発電電力を 2 倍にすることができる。

【0077】

図 10 は、可変容量型振動子 1d を用いて構成した振動発電機のブロック図である。

【0078】

この振動発電機は、容量型振動発電機制御回路 23、タイミングモニタ回路 24、および可変容量型振動子 1d から構成されている。

【0079】

タイミングモニタ回路 24 は、可変容量型振動子 1d におけるタイミング制御用リファレンス容量に基づいて振動子の動作位相をモニタし、振動子の容量変化の最適なタイミングを検知する。

【0080】

容量型振動発電機制御回路 23 は、タイミングモニタ回路 24 の検出結果に基づいて電荷の出し入れを行い、発電する。

【0081】

それにより、本実施の形態 4 においては、電極 6a、7a で構成されたタイミング制御用リファレンス容量をモニタすることにより、振動子 12 における容量変化の最適なタイミングを検出することができるので、高効率な発電を実現することができる。

【0082】

(実施の形態 5)

図 11 は、本実施の形態 5 による可変容量型振動子の構成を示す側面図、図 12 は、図 11 の可変容量型振動子に設けられた振動子の底面図である。

【0083】

本実施の形態 5 において、可変容量型振動子（振動発電用振動子）1e は、図 11 に示すように、おもり 2、スペーサ 3、振動板 4、5、対向電極用台座 8、および振動子支持台座 9 からなる前記実施の形態 1 の図 1 と同様の構成に、電極 25～28、ならびに電極用配線端子（電極用端子）29～32 が新たに設けられた構成となっている。

【0084】

また、おもり 2、スペーサ 3、振動板 4、5、対向電極用台座 8、および振動子支持台座 9 の構成については、前記実施の形態 1 の図 1 と同様であるので説明は省略する。

【0085】

振動板 5 におけるおもり 2 が位置する面の反対面には、たとえば、長形状の電極（第 1 の電極）25、および電極（第 3 の電極）26 が並設されており、該電極 25、26 に対向する対向電極用台座 8 の上面には、該電極 25、26 と同じ形状の電極（第 2 の電極）27、ならびに電極（第 4 の電極）28 が並設されている。この場合、電極 25、27 によって容量が構成され、電極 26、28 によってもう一方の容量が構成される。

【0086】

電極 25、26 には、出力配線がそれぞれ接続されており、該出力配線には、電極用配線端子 29、30 がそれぞれ接続されている。同様に、電極 27、28 にも、出力配線がそれぞれ接続されており、該出力配線には、電極用配線端子 31、32 がそれぞれ接続されている。

【0087】

また、可変容量型振動子 1e では、おもり 2、スペーサ 3、ならびに振動板 4、5 によって振動子 12 が構成されており、振動板 4、5 におけるおもり 2 とスペーサ 3 とが接していない空間部分がバネとして働くことになる。

【0088】

図 12 は、可変容量型振動子 1e における振動子 12 の底面図であり、電極 25、26 に接続された電極用配線端子 29、30 までの配線を対向する長辺部近傍に形成することにより、該配線が接触しないように回避する一例を示している。

【0089】

可変容量型振動子 1e は、たとえば、前記実施の形態 4 に示した振動発電機（図 10）に用いることができる。前記実施の形態 4 に示した振動発電機では、発電用可変容量とリファレンス用可変容量とが、180° 位相がずれて動作していたが、可変容量型振動子 1e を用いる場合には、発電用可変容量（たとえば、電極 25、27 で構成される可変容量）とリファレンス用可変容量（たとえば、電極 26、28 で構成される可変容量）とは、

同相で動作することになる。

【0090】

それにより、本実施の形態5においても、電極26, 28で構成されたタイミング制御用リファレンス容量をモニタすることにより、振動子12における容量変化の最適なタイミングを検出することができるので、高効率な発電を実現することができる。

【0091】

以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【図面の簡単な説明】

【0092】

【図1】 本発明の実施の形態1による可変容量型振動子の構成を示す側面図である。

【図2】 図1の可変容量型振動子における上面図である。

【図3】 本発明の実施の形態1による可変容量型振動子の他の構成を示す側面図である。

【図4】 本発明の実施の形態1による振動発電機の一例を示すブロック図である。

【図5】 本実施の形態2による可変容量型振動子の構成を示す側面図である。

【図6】 図5の可変容量型振動子における上面図である。

【図7】 本実施の形態3による可変容量型振動子の構成を示す側面図である。

【図8】 図7の可変容量型振動子における上面図である。

【図9】 本実施の形態4による可変容量型振動子の構成を示す側面図である。

【図10】 図9の可変容量型振動子を用いて構成された振動発電機のブロック図である。

【図11】 本実施の形態5による可変容量型振動子の構成を示す側面図である。

【図12】 図11の可変容量型振動子に設けられた振動子の底面図である。

【符号の説明】

【0093】

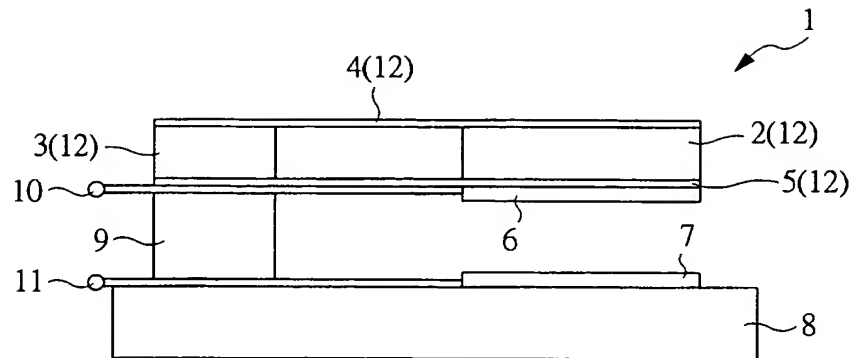
- 1 可変容量型振動子 (振動発電用振動子)
- 1 a ~ 1 e 可変容量型振動子 (振動発電用振動子)
- 2 おもり
- 2₁ ~ 2_{n-1} おもり
- 3 スペーサ
- 3₁ ~ 3_{n-1} スペーサ
- 4 振動板
- 4₁ ~ 4_n 振動板
- 5 振動板
- 5₁ ~ 5_n 振動板
- 6 電極 (第1の電極)
- 6 a 電極 (第3の電極)
- 7 電極 (第2の電極)
- 7 a 電極 (第4の電極)
- 8 対向電極用台座
- 8 a 対向電極用台座
- 9 振動子支持台座
- 9 a 振動子支持台座
- 10 電極用配線端子 (電極用端子)
- 10 a 電極用配線端子 (電極用端子)
- 11 電極用配線端子 (電極用端子)
- 11 a 電極用配線端子 (電極用端子)
- 12 振動子

- 1 3, 1 4 ストップパ (接触防止突起)
- 1 5, 1 6 ストップパ (振動抑制用突起)
- 1 7 容量型振動発電機制御回路
- 1 8₁ ~ 1 8_n 振動板
- 1 9, 2 0 ストップパ (接触防止突起)
- 2 1, 2 2 ストップパ (接触防止突起)
- 2 3 容量型振動発電機制御回路
- 2 4 タイミングモニタ回路
- 2 5 電極 (第 1 の電極)
- 2 6 電極 (第 3 の電極)
- 2 7 電極 (第 2 の電極)
- 2 8 電極 (第 4 の電極)
- 2 9 ~ 3 2 電極用配線端子 (電極用端子)

【書類名】 図面

【図 1】

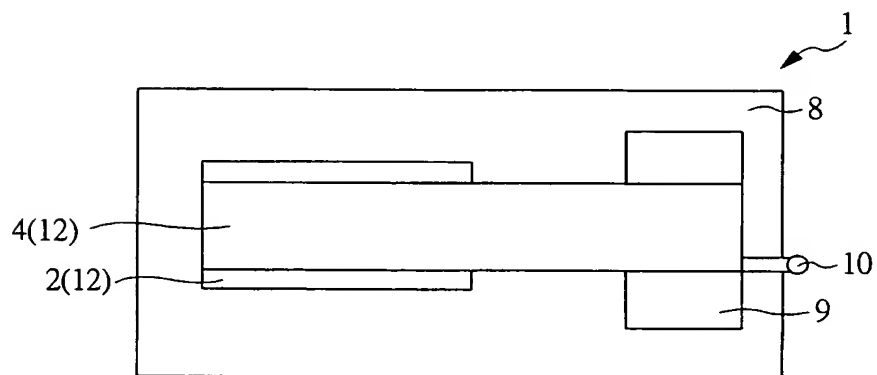
図 1



- 1 : 可変容量型振動子(振動発電用振動子)
 2 : おもり
 3 : スペーサ
 4 : 振動板
 5 : 振動板
 6 : 電極(第1の電極)
 7 : 電極(第2の電極)
 8 : 対向電極用台座
 9 : 振動子支持台座
 10 : 電極用配線端子(電極用端子)
 11 : 電極用配線端子(電極用端子)
 12 : 振動子

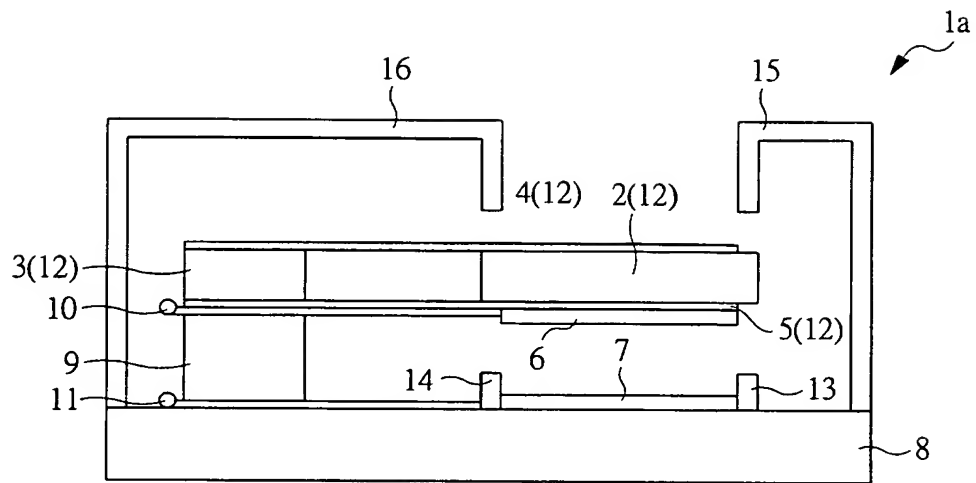
【図 2】

図 2



【図 3】

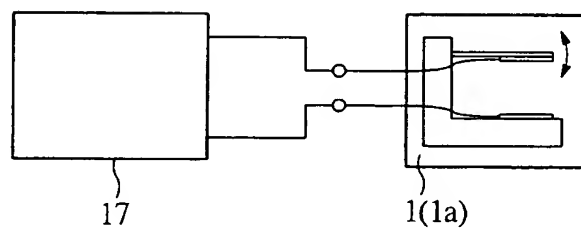
図 3



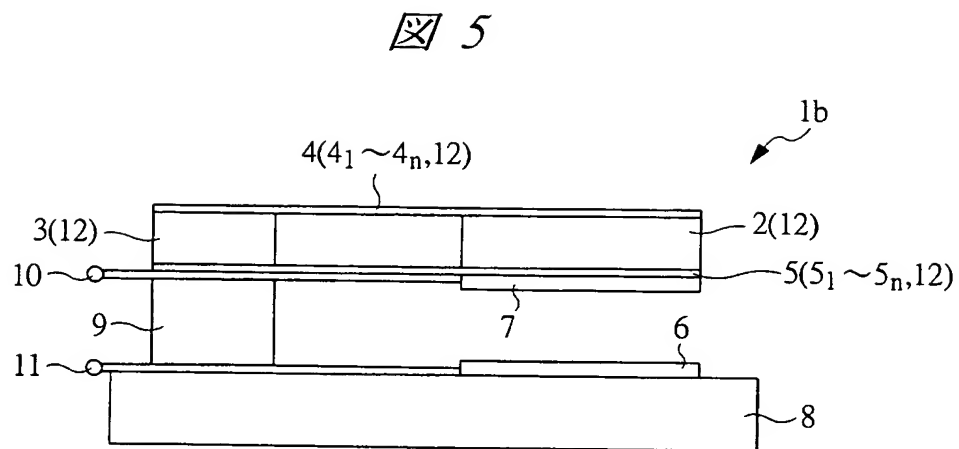
1a: 可変容量型振動子(振動発電用振動子)
13,14: ストップ(接触防止突起)
15,16: ストップ(振動抑制用突起)

【図 4】

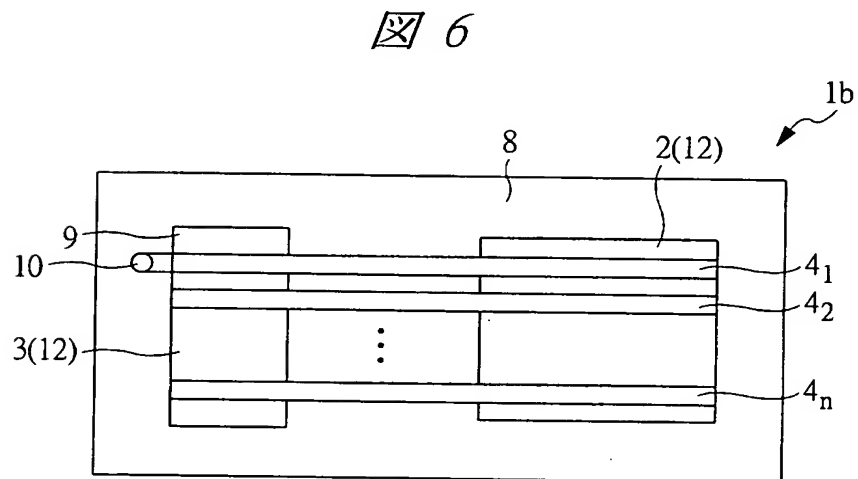
図 4



【図 5】

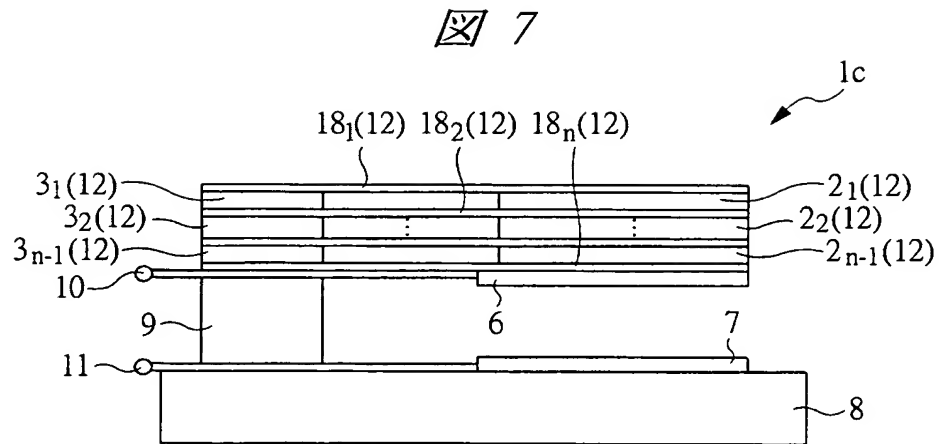


【図 6】



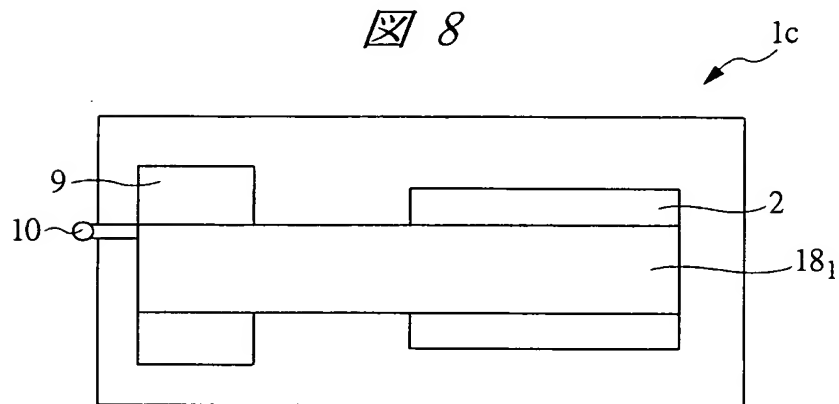
1b: 可変容量型振動子(振動発電用振動子)
 $4_1 \sim 4_n$: 振動板

【図 7】



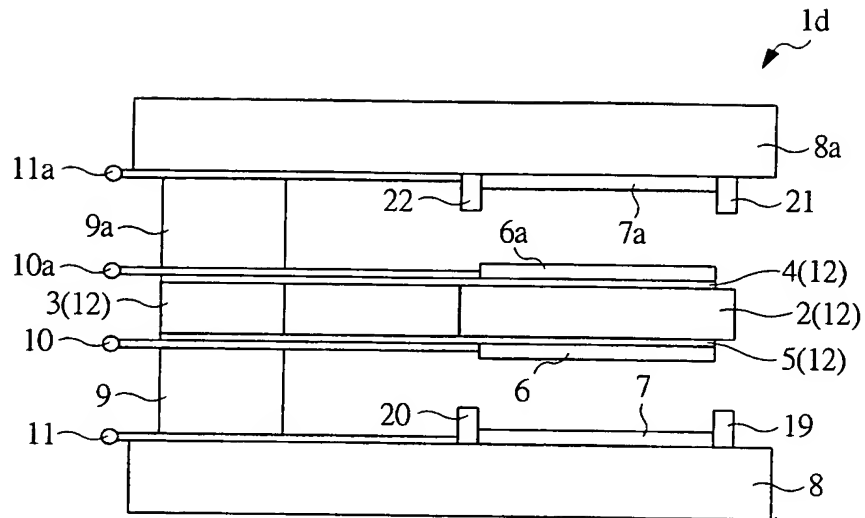
lc: 可変容量型振動子(振動発電用振動子)
 2₁~2_{n-1}: おもり
 3₁~3_{n-1}: スペース
 18₁~18_n: 振動板

【図 8】



【図 9】

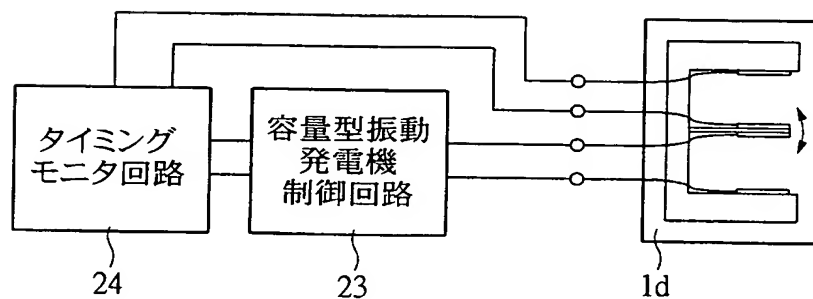
図 9



- 1d: 可変容量型振動子(振動発電用振動子)
 6a: 電極(第3の電極)
 7a: 電極(第4の電極)
 8a: 対向電極用台座
 9a: 振動子支持台座
 10a, 11a: 電極用配線端子(電極用端子)
 19, 20: ストップ(接触防止突起)
 21, 22: ストップ(接触防止突起)

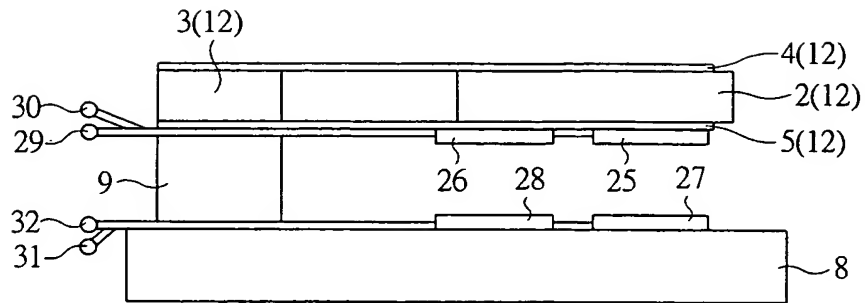
【図 10】

図 10



【図 11】

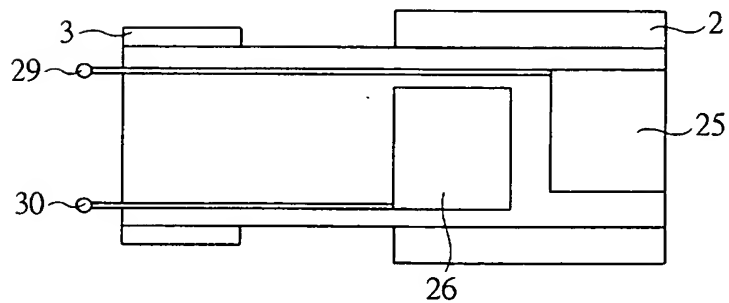
図 11



- 1e : 可変容量型振動子(振動発電用振動子)
 25 : 電極(第1の電極)
 26 : 電極(第3の電極)
 27 : 電極(第2の電極)
 28 : 電極(第4の電極)
 29~32 : 電極用配線端子(電極用端子)

【図 12】

図 12



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 振動子における不要なモーメントを大幅に低減し、容量型振動発電の発電効率を大幅に向上する。

【解決手段】 可変容量型振動子 1 に設けられた振動子 12 は、振動板 4, 5 の長手方向に伸びる一方の端部におもり 2 が、他方の端部にスペーサ 3 がそれぞれ挟み込まれた構造からなり、振動板 4, 5 は、互いに平行をなすようになっている。この振動板 4, 5 におけるおもり 2 とスペーサ 3 とが接していない空間部分がバネとして働く。このように、2 枚の振動板 4, 5 によっておもり 2 を保持することにより、該おもり 2 が対向する電極 7 と平行を保ちながら振動させることができるので、振動方向以外の不要なモーメントの発生を大幅に低減することができる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 2 9 5 8 0 6

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 1 0 8]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変 更 理 由]

新 規 登 録

住 所

東 京 都 千 代 田 区 神 田 駿 河 台 4 丁 目 6 番 地

氏 名

株 式 会 社 日 立 製 作 所